علم الأحياء



الصف الثالث الثانوي

أحياء (شرح)

إعداد

الدكتور أحمد محمد صفوت

أحياء

الصف الثالث الثانوي

الباب الأول :

التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

الفصل الأول :

الدعامة والحركة في الكائنات الحية

إعداد

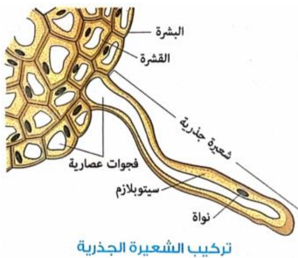
الدكتور أحمد محمد صفوت

أولاً : الدعامة في الكائنات الحية

(1) الدعامة في النبات

** تتم الدعامة في النبات بواسطة إحدى الوسيلتين التاليتين :

	أولاً : الدعامة الفسيولوجية	ثانياً : الدعامة التركيبية
التعريف	هى دعامة **مؤقتة** تتناول **الخلية نفسها ككل** ، وتعتمد على دخول الماء إلى **الفجوات العصارية** لخلايا النبات بالخاصية الأسموزية ، فتنتفخ الخلايا ، وتصبح ذات **جدار متوتر** (مشدود) ، فيكتسب النبات دعامة.	هى دعامة **دائمة** تتناول **جدر الخلية وأجزاء منها** ، وتعتمد على **ترسيب بعض المواد الصلبة** كالسليلوز واللجنين والكيوتين والسيوبرين على جدر الخلايا أو في أجزاء منها ، لكي تتحمل خلايا النبات الخارجية مسئولية الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية وتمنع فقد الماء من خلالها.
الطريقة (كيف تتم)	▪ يدخل الماء بالخاصية الأسموزية إلى الفجوة العصارية للخلية ، نتيجة الضغط الأسموزي الناشئ من الفرق في تركيز المواد المذابة في الماء داخل وخارج الخلية. ▪ وبالتالي يزيد حجم **العصير الخلوي** ويضغط على **البروتوبلازم** ويدفعه نحو الجدار. ▪ مما يؤدي إلى تمدد الجدار لزيادة الضغط الواقع عليه ، وبذلك تنتفخ الخلية ، وتصبح ذات جدار متوتر ، ومن ثم تكتسب الدعامة.	▪ تترسب بعض المواد الصلبة القوية كالسليلوز واللجنين والكيوتين والسيوبرين على جدر خلايا النبات أو في أجزاء منها. ▪ وبالتالي تعمل على زيادة قدرة خلايا النبات الخارجية على الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية. ▪ وبالتالي تمنع فقد الماء من خلالها. ▪ وبالتالي تعمل على إكساب الخلايا الصلابة والقوة (تدعيم النبات).
أمثلة	1. إنتفاخ (كبر حجم) ثمار الفاكهة المنكمشة (الضامرة) عند وضعها في الماء. 2. إنكماش (ضمور أو زوال إنتفاخ وتوتر) بعض البذور الغضة (الطرية) كالبسلة والفول عند تركها لمدة. 3. ذبول وإرتخاء سوق (جمع ساق) وأوراق النباتات العشبية عند جفاف التربة. 4. إستقامة سوق وأوراق النباتات العشبية عند ري التربة.	1. زيادة سُمك جدر خلايا البشرة (خاصة الخارجية منها). 2. ترسيب النبات لمادة **الكيوتين** غير المنفذة للماء على جدر خلايا البشرة. 3. ترسيب مادة **السليلوز** أو **اللجنين** على جدر خلايا النبات أو أجزاء منها ، مثل الخلايا الكولنشيمية والخلايا الإسكلرنشيمية (مثل الألياف والخلايا الحجرية). 4. إحاطة النبات لنفسه بطبقة من **خلايا فلينية** غير منفذة للماء ، مُرسب فيها مادة **السيوبرين**.



تركيب الشعيرة الجذرية

الخاصية الأسموزية : هى عملية مرور الماء خلال الأغشية شبه منفذة من وسط ذو تركيز مرتفع لجزيئات الماء (منخفض التركيز للأملاح) إلى وسط ذو تركيز منخفض لجزيئات الماء (عالى التركيز للأملاح) ، نتيجة الضغط الأسموزي الناشئ من الفرق في تركيز المواد المذابة في الماء داخل وخارج الخلية (على جانبي غشاء الخلية شبه المنفذ).

س : ما المقصود بالبروتوبلازم ؟!

البروتوبلازم هو عبارة عن المادة الحية الموجودة في الخلية ، ويتميز إلى سيتوبلازم ونواة.

س : ما الفرق بين السيوبرين والسليلوز ؟!

السيوبرين	السليلوز
** يترسب على خلايا الفلين في النبات. ** يساعد في الدعامة التركيبية للنبات لأنه غير منفذ للماء.	** يدخل في تركيب جدر الخلايا النباتية. ** يساعد في الدعامة التركيبية للنبات لأنه يترسب على جدر الخلايا أو أجزاء منها ، فيكسبها القوة والصلابة.

(2) الدعامة في الإنسان

** تتم الدعامة في الإنسان عن طريق **الجهاز الهيكلي الذي يعمل على تدعيم الجسم وحماية بعض أعضائه ، ويساهم في الحركة** ، بالإضافة إلى أنه **يعطي للإنسان الشكل المميز.**

**** يتكون الجهاز الهيكلي من :**

1. الهيكل العظمي (هيكل محوري – هيكل طرفي).

2. الغضاريف. 3. المفاصل. 4. الأربطة. 5. الأوتار.



أولاً : الهيكل العظمي

(1) تركيبه (يتكون الهيكل العظمي في الإنسان من)

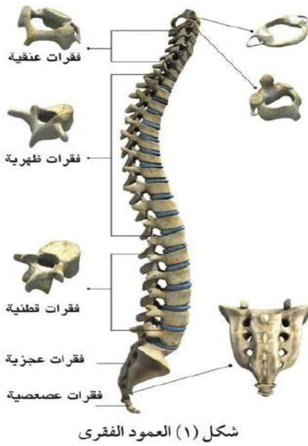
1- **الهيكل المحوري** : العمود الفقري ، الجمجمة ، القفص الصدري.
2- **الهيكل الطرفي** : الحزام الصدري والطرفان العلويان ، الحزام الحوضي والطرفان السفليان.

(2) عدد العظام: يتكون الهيكل العظمي في الإنسان من **206** عظمة ، لكل عظمة شكل وحجم يناسبان الوظيفة التي تقوم بها :

(أ) يتكون الهيكل المحوري من **80** عظمة. (ب) يتكون الهيكل الطرفي من **126** عظمة.

(1) الهيكل المحوري

1) العمود الفقري



شكل (١) العمود الفقرى

(1) **يُعد العمود الفقري محور الهيكل العظمي للأسباب الآتية**

1- يتصل من أعلى بالجمجمة.
2- يتصل في منطقة الصدر بالقفص الصدري والطرفين العلويين بواسطة عظام الكتف.
3- يتصل من أسفل بالطرفين السفليين بواسطة عظام الحوض.

(2) **يتكون العمود الفقري من 33 فقرة ، تنقسم إلى خمس مجموعات ، وتختلف في الشكل تبعاً لمنطقة وجودها كالتالي** :

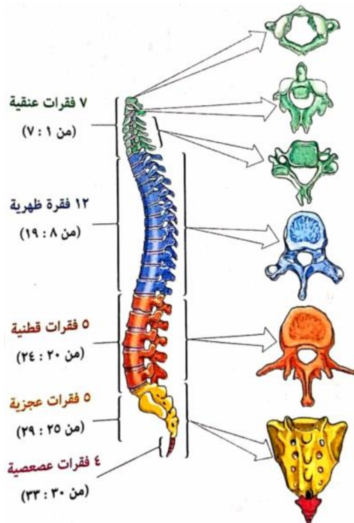
المجموعة الأولى : **7 فقرات عنقية** (من الفقرة رقم 1 إلى الفقرة رقم 7) ، وهى فقرات متمفصلة وذات حجم متوسط.

المجموعة الثانية : **12 فقرة ظهرية** (من الفقرة رقم 8 إلى الفقرة رقم 19) ، وهى فقرات متمفصلة وذات حجم أكبر من العنقية.

المجموعة الثالثة : **5 فقرات قطنية** (من الفقرة رقم 20 إلى الفقرة رقم 24) ، وهى فقرات متمفصلة ، وهى أكبر الفقرات جميعاً في الحجم ، وتواجه تجويف البطن.

المجموعة الرابعة : **5 فقرات عجزية** (من الفقرة رقم 25 إلى الفقرة رقم 29) ، فقرات عريضة ومفلطحة وملتحمة معاً.

المجموعة الخامسة : **4 فقرات عُصعُصية** (من الفقرة رقم 30 إلى الفقرة رقم 33) ، فقرات صغيرة الحجم وملتحمة معاً ، وتسمى (**عَجبُ الذَّنب**).



(3) **يبلغ عدد عظام العمود الفقري في الإنسان 26 عظمة** ، وذلك لإلتحام الفقرات العجزية معاً كعظمة واحدة ، والأربع فقرات العصعصية معاً كعظمة واحدة.

(4) **وظيفة العمود الفقري**

1- يعمل كدعامة رئيسية للجسم.
2- يحمي الحبل الشوكي.
3- يساعد في حركة الرأس والنصف العلوي من الجسم.

(5) **الملاءمة الوظيفية للعمود الفقري**

1. **يتكون معظمه من فقرات متمفصلة** : ليسهل من حركة الرأس والنصف العلوي من الجسم.
2. **وجود غضاريف بين الفقرات (المفاصل الغضروفية)** : لحماية الفقرات من التآكل بسبب الإحتكاك المستمر ببعضها.
3. **وجود قناة عصبية في كل فقرة** : ليمتد بداخلها الحبل الشوكي لحمايته.
4. **وجود نتوءين مستعرضين في الفقرات الظهرية** : لتتصل من خلالهما الضلوع بجسم الفقرة.

مقارنة بين الفقرات العظمية

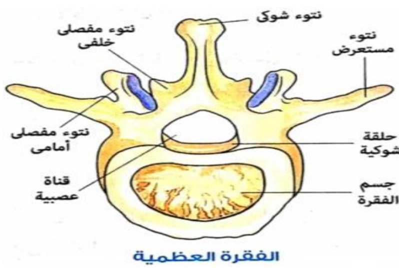
	الفقرات العنقية	الفقرات الظهرية	الفقرات القطنية	الفقرات العجزية	الفقرات العصعصية
الترتيب	7 : 1	19 : 8	24 : 20	29 : 25	33 : 30
العدد	7	12	5	5	4
مكان وجوده " الموقع "	العنق	الظهر	منطقة البطن التي تواجه تجويف البطن	بين عظمتي الحرقفة في الحزام الحوضي	نهاية العمود الفقري
الحجم	متوسطة الحجم	أكبر من العنقية	أكبر الفقرات حجماً	عريضة ومفلطحة	صغيرة الحجم
الحالة	متمفصلة	متمفصلة	متمفصلة	ملتحمة	ملتحمة

تركيب الفقرة العظمية (النموذجية)

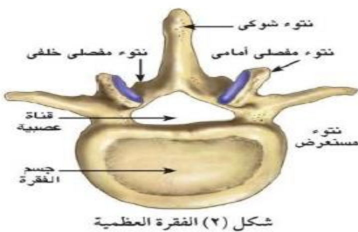
(1) **أجزاء الفقرة العظمية**

1. **جسم الفقرة** : الجزء الأمامي السميك.
2. **النتوءان المستعرضان** : زائدتان عظميتان متصلتان بجسم الفقرة من الجانبين ، ويحمل كل منهما **نتوء مفصلي أمامي**.
3. **الحلقة الشوكية (الحلقة العصبية)** : حلقة عظمية ، تتصل بجسم الفقرة من الخلف ، وتحيط بالقناة العصبية التي يمتد داخلها الحبل الشوكي لحمايته.
4. **النتوء الشوكي** : زائدة خلفية مائلة إلى أسفل تحملها الحلقة الشوكية ، ويحمل **نتوئين مفصليين خلفيين**.

(2) **عدد النتوءات** في الفقرة العظمية " النموذجية " يساوي **سبعة نتوءات**.



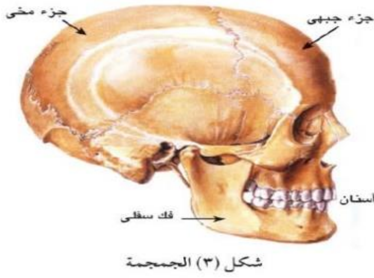
الفقرة العظمية



شكل (٢) الفقرة العظمية

2) الجمجمة

** عبارة عن علبة عظمية تتكون من جزئين ، **هما** :



شكل (٣) الجمجمة

(1) الجزء الخلفي (المخي) :

1- يتكون من 8 عظام تتصل ببعضها عند أطرافها المسننة ، إتصالات متينة ، وتشكل هذه العظام تجويفاً يستقر فيه المخ لحمايته.

2- يوجد في قاع الجزء المخي **ثقب كبير** لكي يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكي.

(2) الجزء الأمامي (الوجهي) :



يشمل عظام الوجه والفكين ومواضع أعضاء الحس (الأذنان ، العينان ، الأنف).

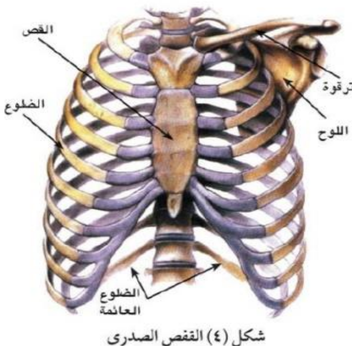
س : **اذكر الملاءمة الوظيفية لـ** الجمجمة ؟!

س : **اذكر مكان ووظيفة** : الثقب الكبير – الجزء المخي – الجزء الوجهي ؟!

3) القفص الصدري

(1) التعريف : علبة مخروطية الشكل تقريباً ، تتصل من الخلف **بالفقرات الظهرية** (12 فقرة) ، وتتصل من الأمام **بعظمة القص**.

(2) التركيب : يتكون القفص الصدري من **إثنى عشر زوجاً** من الضلوع (24 ضلع) ، وهى **كالتالي** :



شكل (٤) القفص الصدرى

1- العشرة أزواج الأولى : تصل بين الفقرات الظهرية وعظمة القص.
2- الزوجان الأخيران (الزوج الحادي عشر والزوج الثاني عشر) : قصيران ، لا يتصلان بالقص ، لذا تسمى بـ (**الضلوع العائمة**) ، وهما يتصلان بالفقرتين رقم 18 ، 19 من العمود الفقري.

** **الضلع** : هو عظمة مقوسة تنحني إلى أسفل ، وتتصل من الخلف بجسم الفقرة العظمية ونتوءها المستعرض.

** **عظمة القصّ** : عظمة مفلطحة ومدببة من أسفل ، جزءها السفلي غضروفي ، يتصل بها العشرة أزواج الأولى من الضلوع.

(3) وظيفة القفص الصدري :

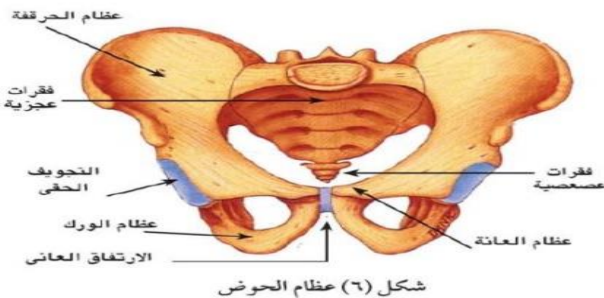
1- حماية القلب والرئتين.
2- تساعد على حركة الضلوع في عملية التنفس ، حيث أنها :
أ- تتحرك أثناء عملية الشهيق إلى الأمام والجانبين لتزيد من إتساع التجويف الصدري.
ب- تتحرك أثناء عملية الزفير عكس ما يتم في عملية الشهيق.

(2) الهيكل الطرفي

** **يتكون الهيكل الطرفي من**

1- الحزام الصدري والطرفان العلويان.
2- الحزام الحوضي والطرفان السفليان.

	الحزام الصدري	الحزام الحوضي
المكان	يوجد في أعلى الجسم ، يتصل بالطرفين العلويين (عن طريق لوح الكتف) والقفص الصدري (عن طريق الترقوة).	يوجد في أسفل الجسم ، يتصل بالطرفين السفليين عن طريق عظمة الفخذ (التجويف الحقي).
التركيب	** يتكون من نصفين متماثلين ، يتركب كل منهما من (لوح الكتف والترقوة) : - **لوح الكتف** : عظمة ظهرية مثلثة الشكل طرفها الداخلي عريض والخارجي مدبب به نتوء تتصل به الترقوة. - **الترقوة** : عظمة باطنية رفيعة ، تتصل من الأمام بعظمة القص ، ومن الجانب بعظمة لوح الكتف.	** يتكون من نصفين متماثلين ، يلتحمان من الناحية الباطنية في منطقة تسمى **الإرتفاق العاني** ، ويتركب كل منهما من (الحرقفة الظهرية – العانة – الورك). ** تتصل عظمة **الحرقفة الظهرية** : - من الناحية الباطنية **الأمامية** بعظمة **العانة**. - من الناحية الباطنية **الخلفية** بعظمة **الورك**. ** تلتحم عظام كل نصف ببعضها مكونة عظمة واحدة ، وبالتالي يتكون الحزام الحوضي من عظمتين.
ملاحظات	**التجويف الأروح** : هو تجويف موجود عند الطرف الخارجي لعظمة لوح الكتف ، يستقر فيه رأس عظمة العضد مكوناً المفصل الكتفي.	**التجويف الحقي** : هو تجويف عميق يوجد عند موضع اتصال عظام الحرقفة والورك والعانة ، ويستقر فيه رأس عظمة الفخذ ، ليكون مفصل الفخذ. **الإرتفاق العاني** : موضع إلتحام نصفي عظام الحوض المتماثلين من الناحية الباطنية.



شكل (٦) عظام الحوض

أسئلة :

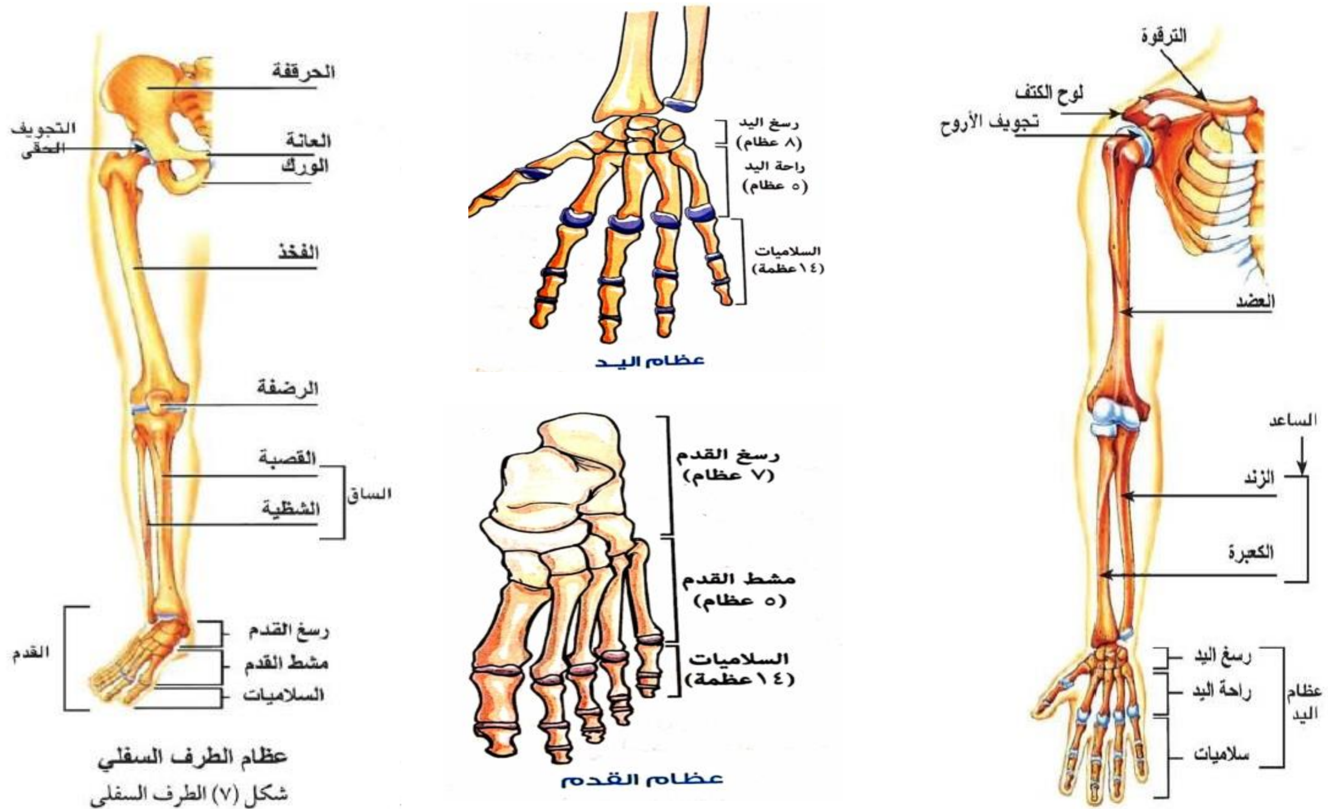
س 1 : **قارن بين** الحزام الصدري والحزام الحوضي.

س 2 : **قارن بين** الطرفين العلويين والطرفين السفليين.

س 3 : **قارن بين** عظام اليد وعظام القدم.

س 4 : **اذكر ما تعرفه عن** (الضلوع العائمة ، القص ، الترقوة ، الرضفة ، التجويف الأروح ، التجويف الحقي ، الإرتفاق العاني).

	الطرفان العلويان	الطرفان السفليان
المكان	أعلى الجسم ، يتصل كل طرف علوي بالحزام الصدري عن طريق لوح الكتف (التجويف الأروح).	يوجد أسفل الجسم ، يتصل كل طرف سفلي بعظام الحوض (الحزام الحوضي) عن طريق ما يسمى بالتجويف الحقي.
التركيب	**** يتكون كل طرف علوي من :** 1- **العضد.** 2- **الساعد** ، ويتكون من عظمتين **هما** ؛ ▪ **الزند** : يحتوي طرفها العلوي على تجويف يستقر فيه النتوء الداخلي للعضد. ▪ **الكُعبُرة** : أصغر حجماً من الزند ، وتتحرك حركة نصف دائرية حول عظمة الزند الثابتة. 3- **عظام اليد** ، وتتكون من : ▪ **رسغ اليد** : عبارة عن 8 عظام في صفين ، يتصل طرفها العلوي بالطرف السفلي للكعبرة (لا يتصل بعظمة الزند) ، ويتصل طرفها السفلي بعظام راحة اليد. ▪ **راحة اليد** : عبارة عن 5 عظام رفيعة مستطيلة ، تؤدي إلى عظام الأصابع الخمسة. ▪ **أصابع اليد** : عبارة عن 5 أصابع يتكون كل منها من 3 سلاميات رفيعة ماعدا إصبع الإبهام ، فيتكون من سلاميتين فقط.	**** يتكون كل طرف سفلي من :** 1- **الفخذ** : عظمة يوجد بأسفلها نتوءان كبيران ، يتصلان بالساق عند **مفصل الركبة** (المفصل الركبي) ، الذي توجد أمامه **الرضفة**. **الرضفة : عظمة صغيرة مستديرة توجد أمام مفصل الركبة.** 2- **الساق** ، ويتكون من عظمتين : ✓ **القصبة** (الداخلية). ✓ **الشظية** (الخارجية). 3- **عظام القدم** ، وتتكون من : ✓ **رسغ القدم** (**العرقوب**) : يتكون من 7 عظام غير منتظمة الشكل أكبرها هي العظمة الخلفية التي تكون كعب القدم. ✓ **مشط القدم** : يتكون من 5 عظام رفيعة وطويلة ينتهي كل منها بالإصبع. ✓ **أصابع القدم** : 5 أصابع ، يتكون كل منها من 3 سلاميات رفيعة ، ماعدا إصبع الإبهام ، فيتكون من سلاميتين فقط.



شكل (٧) الطرف السفلي

الغضاريف والأربطة والأوتار

	الغضاريف	الأربطة	الأوتار
الوصف (التعريف)	نوع من الأنسجة الضامة.	عبارة عن حزم منفصلة من النسيج الضام الليفي ، تثبت أطرافها على عظمتي المفصل.	عبارة عن نسيج ضام قوي.
التركيب	** تتكون من خلايا غضروفية. ** لا تحتوي على أوعية دموية ، لذلك تحصل على الغذاء والأكسجين من خلايا العظام بالإنتشار.	**الخصائص** (**الملاءمة الوظيفية للأربطة**) : **تتميز أليافها بـ** : ✓ متانتها القوية. ✓ وجود درجة من المرونة تسمح بزيادة طولها قليلاً حتى لا تنقطع في حالة تعرض المفصل لضغط خارجي.	
أماكن التواجد (أمثلة)	** **تشكل بعض أجزاء الجسم** ، مثل الأذن ، الأنف ، الشعب الهوائية في الرئتين. ** **توجد غالباً عند أطراف العظام** وخاصة عند المفاصل وبين فقرات العمود الفقري.	** **الأربطة في مفصل الركبة** ، **وهي** : 1- رباط صليبي أمامي. 2- رباط صليبي خلفي. 3- رباط وسطي. 4- رباط جانبي. **ملاحظة** : قد يحدث تمزق للأربطة في بعض الحالات ؛ وذلك عند حدوث إلتواء في بعض المفاصل كما في الرباط الصليبي في مفصل الركبة.	وتر أخيل (**وتر العرقوب**) **أهميته** : يصل العضلة التوأمية (عضلة بطن الساق) بعظمة الكعب ، مما يساعد على حركة كعب القدم.
الوظيفة	حماية العظام من التآكل ، نتيجة إحتكاكها المستمر ببعضها البعض.	✓ ربط العظام ببعضها عند المفاصل. ✓ تحديد حركة العظام عند المفاصل في الإتجاهات المختلفة.	ربط العضلات بالعظام عند المفاصل بما يسمح بالحركة عند إنقباض وانبساط العضلات.



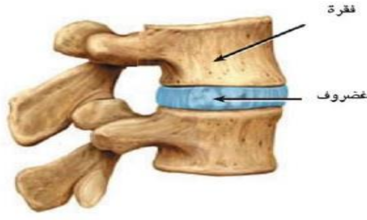
شكل (٩) الأربطة فى مفصل الركبة



شكل (١٠) وتر أخيل

المفاصل

أنواع المفاصل



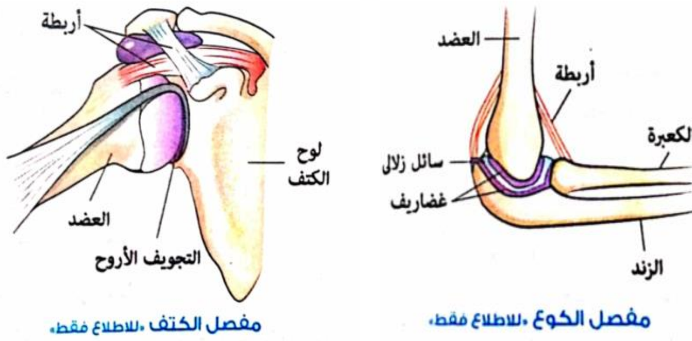
شكل (٨) المفاصل الغضروفية

** يوجد في الهيكل العظمي للإنسان ثلاثة أنواع من المفاصل ، **كالتالي** :

(1) المفاصل الليفية.
(2) المفاصل الغضروفية.
(3) المفاصل الزلالية ، وتنقسم حسب الحركة إلى
1- مفاصل محدودة الحركة.
2- مفاصل واسعة الحركة.

	(1) المفاصل الليفية	(2) المفاصل الغضروفية
الخصائص	** معظمها لا يسمح بالحركة. ** تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة **أنسجة ليفية** ، تتحول مع تقدم العمر إلى **أنسجة عظمية**.	** معظمها يسمح بحركة محدودة جداً. ** تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة.
مثال	المفاصل التي توجد بين عظام الجمجمة وتربطها معاً عند أطرافها المسننة (المفاصل في الجمجمة).	المفاصل التي توجد بين فقرات العمود الفقري.

(3) المفاصل الزلالية



1) **الخصائص** :

* تشكل معظم مفاصل الجسم.

* مرنة تتحمل الصدمات.

* تسمح بسهولة الحركة **للأسباب الآتية** :

- يُغطي سطح العظام المتلامسة في هذه المفاصل طبقة رقيقة من **مادة غضروفية شفافة ملساء** ، مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل إحتكاك.
- تحتوي على **سائل مصلي أو زلالي** يُسهل من إنزلاق الغضاريف التي تكسو أطراف العظام.

2) **الأنواع** (تنقسم المفاصل الزلالية حسب نوع الحركة إلى)

	(أ) مفاصل محدودة الحركة	(ب) مفاصل واسعة الحركة
الوصف	هي المفاصل التي تسمح بحركة أحد العظام في **إتجاه واحد** فقط	هى المفاصل التي تسمح بحركة العظام في اتجاهات مختلفة
أمثلة	مفصل الكوع - مفصل الركبة.	مفصل الكتف - مفصل الفخذ.

3) **الملاءمة الوظيفية للمفاصل الزلالية** :

1. **مرنة** تتحمل الصدمات.
2. تحتوي على **سائل مصلي أو زلالي** : لتسهل من إنزلاق الغضاريف التي تكسو أطراف العظام عند المفاصل.
3. يُغطي سطح العظام المتلامسة عند هذه المفاصل **طبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة ملساء** : مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل إحتكاك.
4. **يوجد عندها الأربطة** : لتربط العظام ببعضها عند المفاصل وتحدد حركة العظام في الإتجاهات المختلفة.
5. **يوجد عندها الأوتار** : لربط العظام بالعضلات ، مما يسمح بالحركة عند انقباض وانبساط العضلات.

تمزق وتر أخيل

أسبابه	أعراضه	علاجه
** بذل مجهود عنيف. ** تقلص العضلة التوأمية بشكل مفاجئ. ** إنعدام المرونة في العضلة التوأمية.	** عدم القدرة على المشي. ** ثقل في حركة القدم. ** آلام حادة.	** استخدام الأدوية المضادة للإلتهابات والمسكنة للآلام. ** استخدام جبيرة طبية. ** التدخل الجراحي ، وذلك في حالة إذا تمزق الوتر كاملاً.

ثانياً : الحركة في الكائنات الحية

مقدمة

الحركة : ظاهرة تُميز جميع الكائنات الحية ، وهى تنشأ ذاتياً نتيجة تعرض الكائن الحي لإثارة ما ، فيستجيب لها إيجاباً أو سلباً ، وفي كلتا الحالتين تكون الإستجابة حدوث الحركة.

أنواع الحركة في الكائنات الحية :

1. **حركة دائبة** : تحدث داخل كل خلية من خلايا الكائن الحي لإستمرار أنشطته الحيوية ، ومن أمثلتها : الحركة السيتوبلازمية.
2. **حركة موضعية** : تحدث لبعض أجزاء الكائن الحي ، ومن أمثلتها : الحركة الدودية في أمعاء الفقاريات.
3. **حركة كلية** :

- يتحرك بها الكائن الحي من مكان لآخر بحثاً عن الغذاء أو سعياً وراء الجنس الآخر أو تلافياً لخطر ما في بيئته.

- تؤدي إلى زيادة إنتشار الحيوان ، وكلما كانت وسائل الحركة قوية وسريعة ، كلما إتسعت دائرة إنتشاره.

شروط الحركة وحفظ التوازن في الحيوان :

1. وجود هيكل صلب (دعامة) تتصل به العضلات، ليتمكن الحيوان من الحركة والمحافظة على توازنه.
2. أن يتكون الهيكل من قطع تتصل ببعضها اتصالاً مفصلياً يتيح الحركة.
3. **وقد يكون هذا الهيكل** : **خارجي** (كما في المفصليات) أو **داخلي** (كما في الفقاريات).
4. **الهيكل الداخلى قد يكون** :

أ- **غضروفياً** (كما في الأسماك الغضروفية ، مثل : سمكة القرش والراي).

ت- **عظمياً** (كما في الأسماك العظمية ، مثل : سمكة البلطي والبوري).

(1) الحركة في النبات

** **تتعدد أنواع الحركة في النبات تبعاً لنوع المثير كالتالي** : (حركة اللمس ، حركة النوم واليقظة ، حركة الإنتحاء ، حركة الشد في محاليق النباتات المتسلقة " البازلاء " أو حركة الشد في جذور الكورمات والأبصال " أبصال النرجس " ، الحركة الدورانية السيتوبلازمية).

(1) **حركة اللمس**	(2) **حركة النوم واليقظة**	(3) **حركة الإنتحاء**
كما في أوراق نبات المستحية ، حيث تتدلى الوريقات بمجرد لمسها كما لو أصابها الذبول ** **ملاحظة** : حركة اللمس تتأثر بها بعض الوريقات التي تم لمسها ، أما حركة النوم واليقظة تتأثر بها كل الوريقات ومحاور النبات.	كما في نبات المستحية وبعض البقوليات ، حيث : تتقارب الوريقات بحلول الظلال مما يعبر عن نوم النبات. تنبسط الوريقات بحلول النور مما يعبر عن يقظة النبات.	كما في جميع النباتات ، حيث تستجيب مختلف أجزاء النبات لمؤثرات مختلفة منها الضوء والرطوبة والجاذبية.

(4) **حركة الشد** :

	1. حركة الشد في محاليق النباتات المتسلقة	**2. حركة الشد في جذور الكورمات والأبصال**
تسمية أخرى	تسمى أيضاً حركة الشد بالمحاليق	تسمى أيضاً حركة الشد بالجذور الشادة.
أمثلة	**البازلاء**	أبصال النرجس.
التعريف	إلتفاف محلاق النبات المتسلق حول الدعامة ، فيقوم بشد ساق النبات في اتجاه الدعامة.	تقلص جذور السيقان الأرضية المختزنة كالكورمات أو الأبصال ، فتشد النبات إلى أسفل.
كيفية حدوث الحركة	1. يدور الحالق (المحلاق) في الهواء بحثاً عن جسم صلب (الدعامة). 2. يلتف الحالق حول الدعامة بمجرد لمسها ويلتصق بها بقوة. 3.يتموج ما بقى من أجزاء الحالق في حركة لولبية ، فينقص طوله ، وبذلك يقترب الساق نحو الدعامة ، فيستقيم الساق رأسياً. 4. يتغلظ الحالق بعد أن يستقيم الساق رأسياً ؛ وذلك لتكون أنسجة دعامية به تعمل على تقويته وإشتداده.	1. تتقلص جذور الكورمة أو البصلة ، فتشد النبات إلى أسفل. 2. تكبر الكورمة أو البصلة وتهبط إلى المستوى الطبيعي المناسب لها.
الأهمية	تشد ساق النبات المتسلق نحو الدعامة فتعمل على إستقامة الساق رأسياً.	تجعل الساق الأرضية المختزنة دائماً على بعد مناسب من سطح الأرض (التربة) ، مما يزيد من تدعيمها وتأمين أجزاءها الهوائية ضد تأثير الرياح.

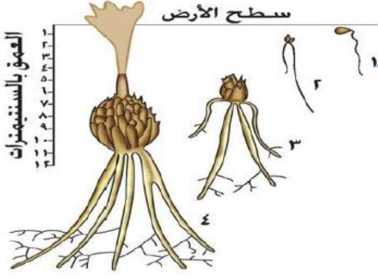
** **ملاحظة** : **إذا لم يجد الحالق ما يلتصق به** أثناء حركته الدورانية ، فإنه **يذبل ويموت.**


شكل (١١) حركة المحاليق

س : اذكر الملائمة الوظيفية للمحلاق أو علل : **يتحرك المحلاق حول الدعامة** ؟!

أ. بطء نمو المنطقة التي تلامس الدعامة.

ب. سرعة نمو المنطقة التي لا تلامس الدعامة ، فتستطيل ، مما يؤدي إلى إلتفاف الحالق حول الدعامة.

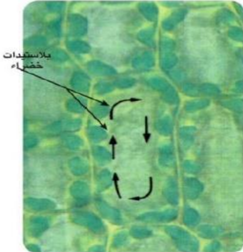


شكل (١٢) حركة الشد في الجذور لأبصال النرجس

(5) **الحركة الدورانية السيتوبلازمية** :

** من أهم خصائص السيتوبلازم الحي أنه يتحرك في دوران مستمر داخل الخلية.

** تتضح هذه الحركة عند فحص خلية **ورقة نبات الإيلوديا** (نبات مائي) تحت القوة الكبرى للمجهر ، **حيث يلاحظ ما يلي :**


شكل (١٣) الحركة الدورانية للسيتوبلازم

1. يُبطن جدار الخلية من الداخل بطبقة رقيقة من السيتوبلازم.
2. ينساب السيتوبلازم في حركة دورانية مستمرة داخل الخلية في اتجاه واحد.
3. يمكن الإستدلال على حركة السيتوبلازم من خلال دوران **البلاستيدات الخضراء** المنغمسة في السيتوبلازم محمولة في تياره.

(2) الحركة في الإنسان

** **تعتمد حركة الجسم على التعاون والتناسق بين ثلاثة أجهزة رئيسية هي :**

(1) **الجهاز الهيكلي**	(2) **الجهاز العصبي**	(3) **الجهاز العضلي**
- يُشكل مكان اتصال مناسب للعضلات. - يعمل كدعامة للأطراف المتحركة. - تقوم المفاصل بدور هام في حركة أجزاء الجسم المختلفة.	- يلعب الجهاز العصبي دوراً هاماً في حركة الجسم ؛ لأنه يُعطي الأوامر للعضلات على شكل سيالات عصبية ، فتتم الإستجابة تبعاً لذلك في صورة إنقباض أو انبساط للعضلات بما يسمح بالحركة.	- مسئول عن حركة أجزاء الجسم ، حيث أن إنقباض وانبساط بعض العضلات يؤدي إلى حدوث حركة. - **ويتمثل الجهاز العضلي في** : 1. **العضلات الإرادية**. 2. **العضلات اللاإرادية** .

الجهاز العضلي

** يتركب الجهاز العضلي من مجموعة وحدات تركيبية تسمى **" العضلات "** ، أي أن الجهاز العضلي هو **مجموع عضلات الجسم**.

العضلات

(1) **تكوينها** : عبارة عن مجموعة من الأنسجة العضلية والتي تعرف بـ " اللحم ".

(2) **عددها** : يقدر عدد عضلات الجسم بحوالي 620 عضلة أو أكثر.

(3) **أنواع العضلات** :

1. **العضلات الإرادية** (**الهيكلية أو المُخططة**) : وهى التي يستطيع الإنسان التحكم فيها ، وتشمل **معظم عضلات الجسم**.

2. **العضلات اللاإرادية** : وهى التي لا يستطيع الإنسان التحكم فيها ، وتشمل العضلات **الملساء وعضلة القلب**.

(4) **خصائصها** :

1- خيطية الشكل بصفة عامة.

2- لها القدرة على الإنقباض والإنبساط لتأدية الأنشطة والوظائف المختلفة.

(5) **وظائف العضلات** :

** **ضرورية لتأدية النشاطات والوظائف التالية** :

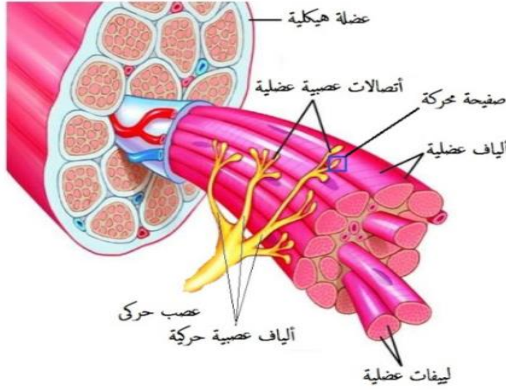
1- **الحركة** ؛ وتشمل تغيير وضع عضو معين من الجسم بالنسبة لبقية الجسم ، وبالتالي تحريك أجزاء الجسم المختلفة وأداء الإنسان لحركاته الميكانيكية.

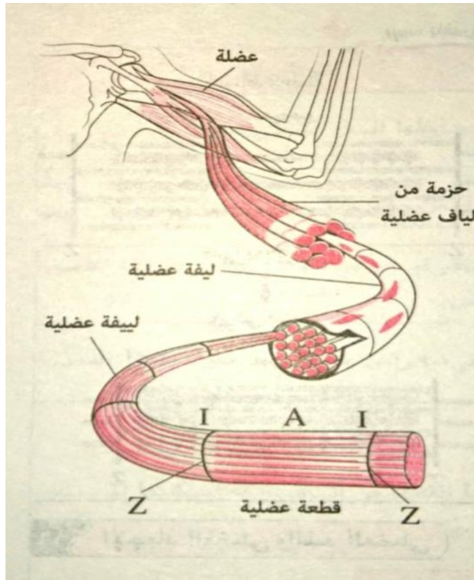
2- **الإنتقال** من مكان لآخر.

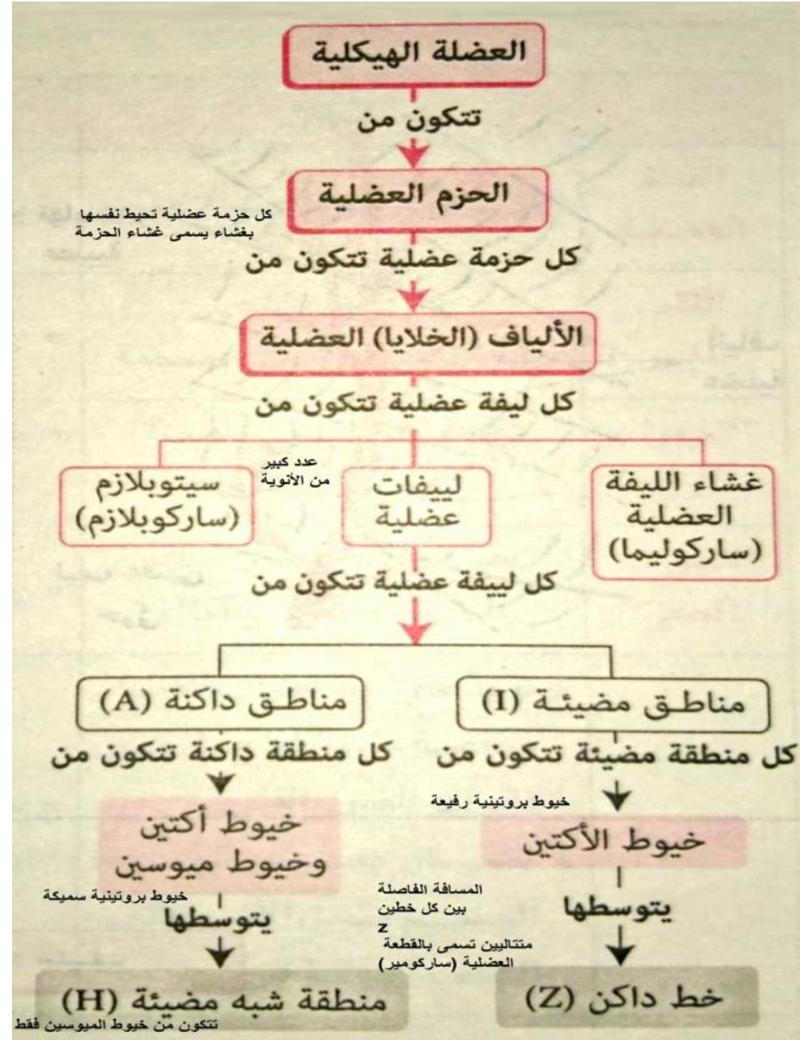
3- **المحافظة على وضع الجسم** في الجلوس أو الوقوف ، وذلك بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف السفلية.

4- **استمرار حركة الدم** داخل الأوعية الدموية والمحافظة على ضغط الدم طبيعياً ، نتيجة إنقباض العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة في جدران هذه الأوعية.

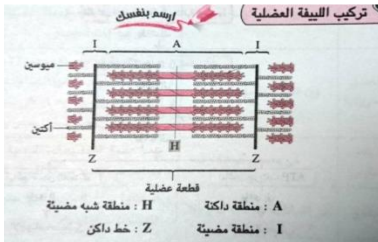
تركيب العضلة الهيكلية







** **العضلة الهيكلية** تتكون من **حزم عضلية** ، **وكل حزمة عضلية** تحيط نفسها بغشاء يسمى (**غشاء الحزمة**) وتتكون من **ألياف** (خلايا) **عضلية** ، **وكل ليفة عضلية تتكون من** :



1- **غشاء الليفة العضلية** (ساركوليما).
2- **ستيوبلازم** (ساركوبلازم).
3- **عدد كبير من الأنوية**.
4- **لييفات عضلية** : يتروح عددها ما بين 1000 : 2000 لييفة مرتبة طولياً وموازية للمحور الطولي للعضلة.

** **كل لييفة عضلية** تتكون من **مناطق أو أقراص مضيئة (I)** ، **ومناطق أو أقراص داكنة (A).**

** **كل منطقة مضيئة I** تتكون من **خيوط الأكتين** (خيوط بروتينية رفيعة) ، **ويتوسطها خط داكن Z.**

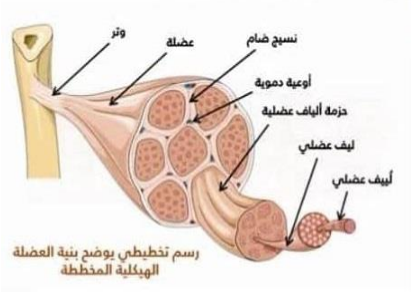
** **كل منطقة داكنة A** تتكون من **خيوط أكتين وخيوط ميوسين** (خيوط بروتينية سميكة) ، ويتوسطها **منطقة شبه مضيئة H** ، تتكون من **خيوط الميوسين السميكة فقط.**

** **القطعة العضلية " الساركومير "** : هى المسافة بين كل خطين متتاليين Z ، والموجود في منتصف المناطق المضيئة في الليفة العضلية.

** **مما سبق يتضح أن** :

1- العضلة الهيكلية تتركب من **عدد كبير من خيوط رفيعة متماسكة مع بعضها** ، تسمى الألياف (الخلايا) العضلية.

2- الألياف العضلية توجد دائماً في مجموعات تعرف **بالحزم العضلية** ، والتي تحاط بغشاء يعرف بـ (**غشاء الحزمة**).



3- المناطق التي بها **أكتين فقط** هى المناطق **المضيئة I**.

4- هناك **خط داكن Z** يتوسط المناطق المضيئة.

5- المناطق التي بها **ميوسين فقط** هى المناطق **شبه المضيئة H**.

6- المناطق التي بها **أكتين وميوسين معاً** هى المناطق **الداكنة A**.

7- **الليفة العضلية الواحدة يوجد فيها** :

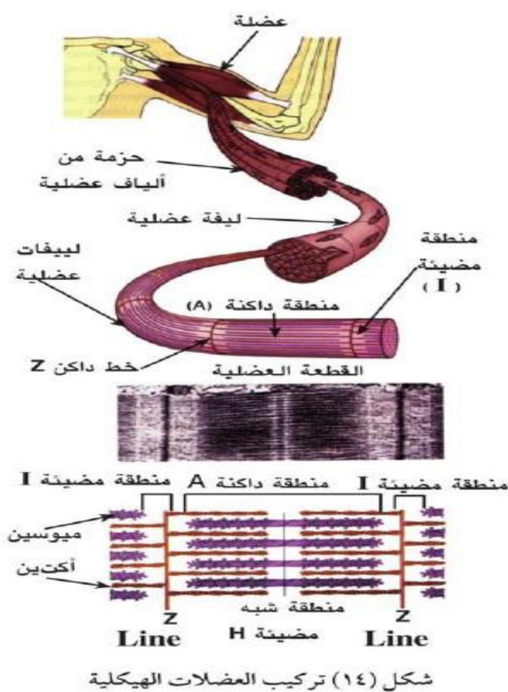
عدد المناطق شبه المضيئة H = عدد المناطق الداكنة A = عدد القطع العضلية

عدد المناطق المضيئة I = عدد القطع العضلية + 1

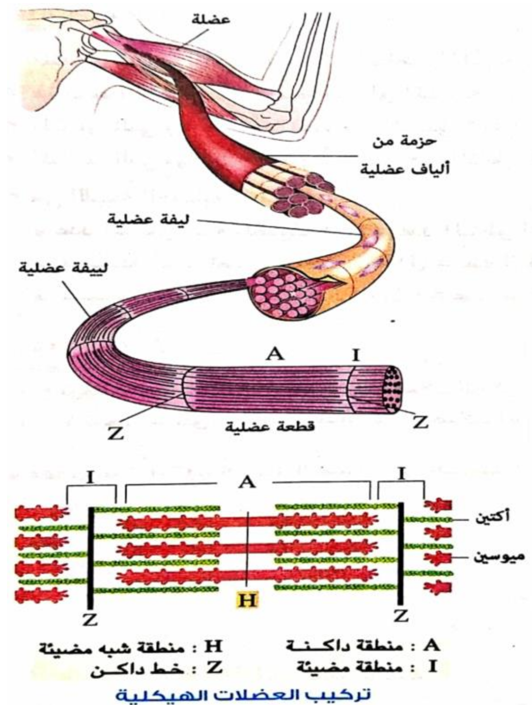
عدد الخطوط الداكنة Z = عدد القطع العضلية + 1

8- المناطق الداكنة والمضيئة توجد في **العضلات الهيكلية والقلبية فقط** ، لذلك تسمى بالعضلات **المخططة**.

9- المناطق الداكنة والمضيئة لا توجد في **العضلات الملساء** ، لذلك تسمى بالعضلات **غير المخططة**.



شكل (١٤) تركيب العضلات الهيكلية



تركيب العضلات الهيكلية

مقارنات هامة

س 1 : قارن بين خيوط الأكتين والميوسين ؟!

	خيوط الأكتين	خيوط الميوسين
التعريف	خيوط بروتينية رفيعة	خيوط بروتينية سميكة
المكان	توجد خيوط الأكتين وحدها في المناطق المضيئة I (الليفة العضلية) ، بينما تتواجد في المناطق الداكنة A مع خيوط الميوسين.	توجد خيوط الميوسين وحدها في المناطق شبه المضيئة H (الليفة العضلية) ، بينما تتواجد في المناطق الداكنة A مع خيوط الأكتين.
الوظيفة	تلعب دوراً هاماً في إنقباض وإنبساط العضلات مما يؤدي إلى حدوث الحركة.	

س 2 : قارن بين الساركوبلازم والساركوليما ؟!

الساركوبلازم	الساركوليما
** هو السيتوبلازم (المادة الحية) الموجود في الليفة أو الخلية العضلية ، ويعرف في العضلات بإسم الساركوبلازم.	** هو الغشاء الخلوي الموجود في الليفة أو الخلية العضلية ، ويحيط بالساركوبلازم (السيتوبلازم).

س 3 : قارن بين المناطق الداكنة والمناطق المضيئة في الليفة العضلية ؟!

وجه المقارنة	المناطق الداكنة	المناطق المضيئة
الرمز	A	I
تتكون من	خيوط الأكتين + خيوط الميوسين (الميوسين خيوط بروتينية سميكة)	خيوط الأكتين (خيوط بروتينية رفيعة)
يتوسطها	منطقة شبه مضيئة H	خط داكن z
طولها أثناء الإنقباض العضلي	يبقى كما هو	يقل طولها
المكان	** توجد المناطق الداكنة والمضيئة في العضلات الهيكلية والقلبية (لذا تسمى بالعضلات المخططة) ، ولا توجد في العضلات الملساء (لذا تسمى بالعضلات غير المخططة).	

الإنقباض العضلي

** **تتحمل العضلات مسئولية حركة الجسم** ؛ وذلك لقدرتها على الإنقباض والإنبساط.

** **كيفية إنقباض العضلة الهيكلية** (الإرادية)

- يتم إنقباض العضلة الهيكلية تحت تأثير **السيالات العصبية وفسيولوجية إستجابة العضلة** لهذا الحافز ، وذلك **بالتنسيق والتآزر بين الجهاز الهيكلي والعصبي والعضلي**.

إنتقال السيال العصبي إلى العضلة الهيكلية (فسيولوجية إستجابة العضلة الهيكلية للسيالات العصبية)

** **يتم إنتقال السيال العصبي إلى العضلة الهيكلية كالتالي**

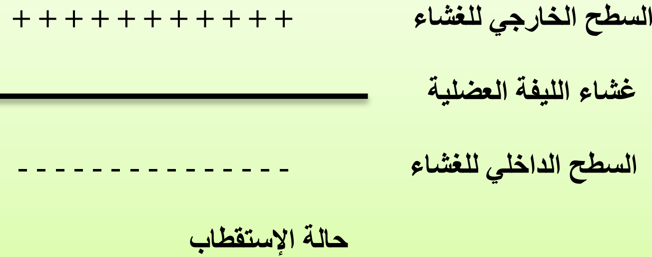
(1) **في حالة الراحة** (قبل إستقبال العضلات الهيكلية الإرادية للسيال العصبي)

1- السطح **الخارجي** لغشاء الليفة العضلية : يحمل شحنات **موجبة**.

2- السطح **الداخلي** لغشاء الليفة العضلية : يحمل شحنات **سالبة**.

3- ينشأ فرق في الجهد نتيجة الفرق في تركيز الأيونات خارج وداخل غشاء الليفة العضلية ، وهو ما يسمى بحالة (**الإستقطاب**).

** **الإستقطاب** : حالة غشاء الليفة العضلية عندما يكون سطحها الخارجي موجباً وسطحها الداخلي سالباً.



(2) **في حالة الإثارة** (أثناء استقبال العضلات الهيكلية الإرادية للسيال العصبي)



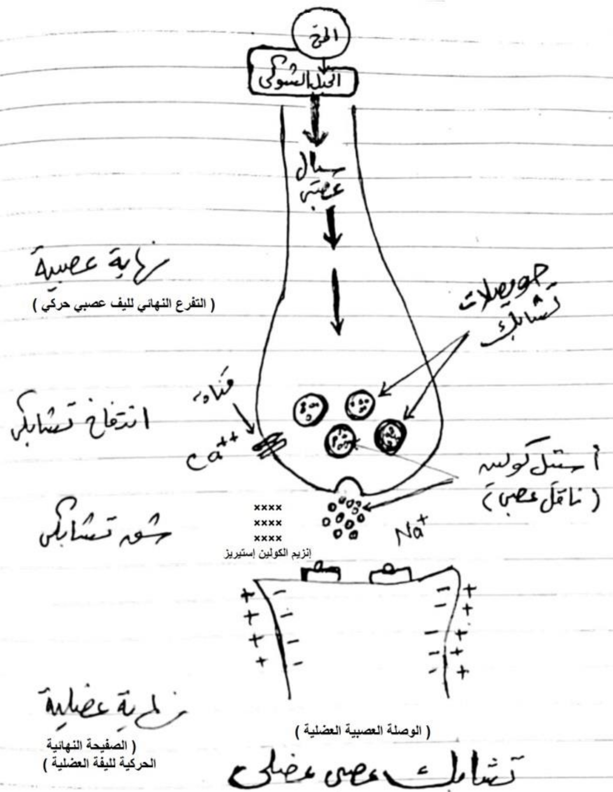
1. يعتبر المؤثر الذي يسبب إنقباض العضلة الهيكلية هو **وصول السيالات العصبية** من المخ والحبل الشوكي إلى العضلة الهيكلية عن طريق **التشابك العصبي - العضلي**.

2. **التشابك العصبي العضلي** : هو موضع إتصال **النهايات العصبية** للخلايا العصبية الحركية اتصالاً محكماً بالليفة العضلية ، مما يسمح بوصول السيالات العصبية القادمة من المخ والحبل الشوكي إلى العضلة (الهيكلية) لإنقباضها أو إنبساطها.



3. **السيال العصبي** : هو الرسالة العصبية (كهربية في صورة كيميائية) التي تنقلها الأعصاب من **أعضاء الحس** إلى **الجهاز العصبي المركزي** (المخ والحبل الشوكي) ، ثم تنقل هذه الرسالة من الجهاز العصبي المركزي إلى **أعضاء الإستجابة** (العضلات أو الغدد).

** **الشرح** (حالة الإثارة) :



1-. يصل **السيال العصبي** إلى مواقع التشابك العصبي - العضلي.

2-. تدخل **أيونات الكالسيوم** (Ca^{++}) إلى **الحويصلات** الموجودة بالنهايات العصبية للخلايا العصبية (**حويصلات التشابك**) ، فيتم تحرير **الأستيل كولين** (ناقل عصبي ، أي ينقل السيال العصبي إلى الليفة العضلية).

3- يسبح **الأستيل كولين** في الفراغ الموجود بين النهايات العصبية وغشاء الليفة العضلية (**شق التشابك**) ، حتى يصل إلى سطح الليفة العضلية (الإرادية).

4- عندما يصل **الأستيل كولين** إلى سطح الليفة العضلية ؛ تزداد نفاذية سطح غشاء الليفة **لأيونات الصوديوم الموجبة** (Na^{+}) ، فيتلاشى فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية (حالة الإستقطاب) ، ويحدث إنعكاس للشحنات (أي يصبح السطح الداخلي لغشاء الليفة العضلية **موجباً** والسطح الخارجي سالباً) وتظهر **حالة اللاإستقطاب**.

5- مما يؤدي إلى **إنقباض** العضلة.

السطح الخارجي للغشاء - - - - - - - - - - - - - - - -

غشاء الليفة العضلية ________________

السطح الداخلي للغشاء + + + + + + + + + + + +

حالة اللاإستقطاب

(3) **في حالة العودة إلى الراحة**

1- يعود فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية إلى وضعه الطبيعي بعد جزء من الثانية ؛ وذلك بفعل عمل **إنزيم الكولين إستيريز Cholinesterase** ، وهو إنزيم متوافر في نقاط **الإتصال العصبي – العضلي**.

2- يعمل **إنزيم الكولين إستيريز** على **تحطيم مادة الأسيتيل كولين** (الناقل العصبي) ، وتحويلها إلى **كولين وحمض خليك** ؛ وبالتالي يبطل عملها ، فيزول تأثير المنبه ، وتعود نفاذية غشاء الليفة العضلية إلى وضعها الطبيعي في حالة الراحة (أي قبل استقبال السيال العصبي) ، أي **العودة إلى حالة الإستقطاب** حتى يمكنها أن تستقبل مؤثر جديد ، وتكون مهيأة للإستجابة للحفز مرة آخرى.

إنزيم الكولين إستيريز

الأسيتيل كولين ⟵ الكولين + حمض الخليك

س : اذكر الأسباب التي تؤدي إلى عدم حدوث انقباض للعضلة رغم وجود سيال عصبي ؟!

1- عدم توافر أيونات الكالسيوم.

2- عدم توافر جزيئات ATP.

3- عدم توافر أيونات الصوديوم الموجبة.

4- عدم توافر النواقل العصبية مثل الأسيتيل كولين.

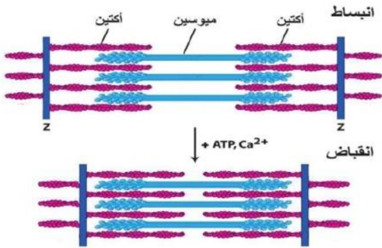
س : اشرح فسيولوجية استجابة العضلات الهيكلية للسيالات العصبية (وضح كيفية إنتقال السيال العصبي إلى العضلة الهيكلية) ؟!

آلية إنقباض العضلة – نظرية الخيوط المنزلقة لهكسلي

** **تعتبر نظرية الخيوط المنزلقة** (أو **نظرية الإنزلاق**) التي طرحها **هكسلي** أشهر النظريات التي فسرت إنقباض العضلات.

** **فكرة النظرية**

- تعتمد فرضية الخيوط المنزلقة على **التركيب المجهري الدقيق لألياف العضلات** ؛ إذ أن كل **ليفة** عضلية تتكون من مجموعة **لييفات** ، وكل لييفة عضلية تتكون من نوعين من الخيوط البروتينية ؛ الأولى رفيعة **أكتينية** ، والثانية غليظة **ميوسينية**.



شكل (١٥) الانقباض العضلى

** **شرح النظرية**

- استخدم هكسلي المجهر الإلكتروني في المقارنة بين **ليفة عضلية في حالة إنقباض** ، وأخرى في **حالة الراحة (الإنبساط)** ، **واستنتج ما يلي** :

(1) **في حالة الإنقباض** : تنزلق الخيوط البروتينية المكونة للألياف العضلية الواحدة فوق الأخرى مما يسبب إنقباض أو تقلص العضلة.

- **الشرح**

1- تمتد من خيوط الميوسين **روابط مستعرضة** (تم تكوينها بمساعدة **أيونات الكالسيوم**) لكي تتصل بخيوط الأكتين.

2- تعمل الروابط المستعرضة **كخطاطيف** ؛ حيث أنها تسحب **المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين** بإتجاه بعضها البعض ، بمساعدة الطاقة المخزونة في جزيئات ATP (المخزون المباشر للطاقة في العضلة) ، فينتج عن ذلك إنقباض الليفة العضلية.

3- تتقارب **خطوط Z** من بعضها البعض أثناء الإنقباض ، وهكذا تنقبض العضلة.

** **الروابط المستعرضة** : خيوط يتم تكوينها بمساعدة **أيونات الكالسيوم** ، تمتد من خيوط الميوسين لكي تتصل بخيوط الأكتين.

** **التغيرات التي تطرأ على الليفة العضلية أثناء الإنقباض العضلي**

1- يقل طول **المنطقة المضيئة I** نتيجة تقارب خيوط الأكتين من بعضها البعض.

2- يقل أو ينعدم طول **المنطقة شبه المضيئة H** ، وذلك بحسب قوة الإنقباض.

3- يبقى طول **المنطقة الداكنة A** كما هو.

4- يقل طول **القطعة العضلية (الساركومير)** ، نتيجة تقارب خطوط Z من بعضها.

(2) **في حالة الإنبساط أو الراحة** (عند زوال المنبه)

1- تبتعد **الروابط المستعرضة** عن خيوط الأكتين ، فتنبسط العضلة ، وذلك عن طريق إستهلاك العضلة لجزء من الطاقة المخزنة في جزيئات ATP ، لفصل الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين.

2- تتباعد **خطوط Z** عن بعضها البعض ، فتعود القطع العضلية إلى طولها الأساسي.

** **مما سبق يتضح أن** **عملية إتصال** الروابط المستعرضة بخيوط الأكتين أثناء الإنقباض ، **وعملية انفصالها** عن خيوط الأكتين عند الإنبساط ؛ تحتاج إلى **الطاقة المخزنة** في جزيئات ATP.

قصور نظرية الخيوط المنزلقة

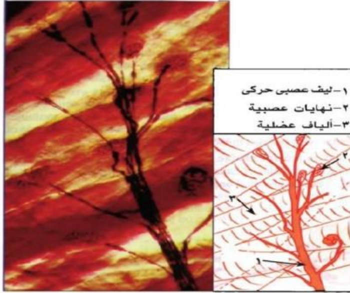
** قامت النظرية بتفسير **إنقباض العضلات الهيكلية (المخططة)** ، ولكنها **لم تستطع تفسير آلية إنقباض العضلات الملساء** ، بالرغم من وجود بعض التقارير العلمية التي تشير إلى أن **الخيوط البروتينية** في ألياف **العضلات الملساء** تتكون من **نوع يشبه** – إلى حد كبير – **الخيوط الأكتينية** في **العضلات الهيكلية**.

سؤال : **قارن بين الليفة (أو اللييفة) العضلية في حالة الإنقباض وحالة الإنبساط طبقاً لنظرية الخيوط المنزلقة ؟!**

وجه المقارنة	الليفة العضلية في حالة الإنقباض	الليفة العضلية في حالة الإنبساط
الروابط المستعرضة	تتصل الروابط المستعرضة الممتدة من خيوط الميوسين بخيوط الأكتين ، ثم تسحبها باتجاه بعضها البعض ، فتنقبض العضلة.	تبتعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين ، فتنفصل خيوط الأكتين عن خيوط الميوسين ، وتنبسط العضلة.
خطوط Z	تتقارب من بعضها البعض ، فيقل طول العضلة.	تتباعد عن بعضها البعض ، فتعود القطعة العضلية إلى طولها الأساسي.
جزيئات الطاقة ATP	تحتاج إلى الطاقة المخزنة في جزيئات ATP.	تحتاج إلى الطاقة المخزنة في جزيئات ATP.

الوحدة الحركية

(1) التعريف : هى الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.



شكل (١٦) الوحدة الحركية

(2) الهدف من دراستها : التعرف على المظاهر الميكانيكية لعملية الإنقباض العضلي ؛ لأن إنقباض العضلات ما هو إلا محصلة إنقباض جميع الوحدات الحركية المكونة للعضلة.

(3) تركيب الوحدة الحركية :

** تتكون الوحدة الحركية من **مجموعة من الألياف العضلية والخلية العصبية التي تغذيها** ، حيث إنه :

1- عند دخول **الليف العصبي الحركي** إلى العضلة يتفرع إلى عدد كبير من الفروع العصبية داخل العضلة.



2- كل **ليف عصبي حركي** يغذي عدداً يتروح ما بين 5 : 100 من الألياف العضلية ، وذلك بواسطة تفرعاته النهائية التي يتصل الواحد منها بالصفائح النهائية الحركية لليفة العضلية في موضع يعرف بـ (**الوصلة العصبية العضلية**).

** **الوصلة العصبية العضلية (التشابك العصبي – العضلي)**

موضع أو مكان إتصال تفرع نهائي لليف عصبي حركي (لخلية عصبية) بالصفيحة النهائية الحركية لليفة العضلية.

** **مما سبق يتضح أن**

1- الوحدة **التركيبية** للعضلة الهيكلية هى **الليفة العضلية**.

2- الوحدة **الوظيفية** للعضلة الهيكلية هى **الوحدة الحركية**.

3- أصغر وحدة إنقباض هى **القطعة العضلية**.

س : قارن بين الوحدة الحركية والليفة العضلية ؟!

	الوحدة الحركية	الليفة العضلية
التعريف	الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.	الوحدة التركيبية للعضلة الهيكلية.
التركيب	تتكون من مجموعة من الألياف العضلية و الخلية العصبية التي تغذيها عن طريق تفرعاتها النهائية.	تتكون من (غشاء الليفة العضلية " ساركوليما "- لييفات عضلية - سيتوبلازم " ساركوبلازم ").

س : **ماذا يقصد بالتغذية العصبية للألياف العضلية ؟!**

1- عند دخول **الليف العصبي الحركي** إلى العضلة يتفرع إلى عدد كبير من الفروع العصبية داخل العضلة.

2- كل **ليف عصبي حركي** يغذي عدداً يتروا ما بين 5 : 100 من الألياف العضلية ، وذلك بواسطة تفرعاته النهائية التي يتصل الواحد منها بالصفائح النهائية الحركية لليفة العضلية في موضع يعرف بـ (**الوصلة العصبية العضلية**).

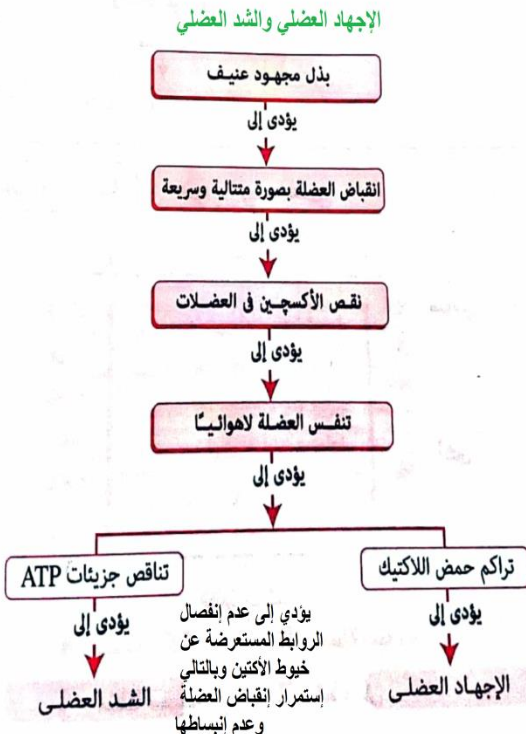
إجهاد العضلة (الإجهاد العضلي والشد العضلي)

(1) **سبب إجهاد وتعب العضلة**

- بذل **مجهول عنيف** يؤدي إلى إنقباض العضلة بصورة متتالية وسريعة ، مما يؤدي إلى نقص الأكسجين في العضلات ، مما يؤدي إلى تنفس العضلة لاهوائياً ، مما يؤدي إلى :

1- تراكم **حمض اللاكتيك** الذي يؤدي إلى **الإجهاد العضلي**.

2- تناقص **جزيئات ATP** الذي يؤدي إلى **الشد العضلي**.



الشرح

1- سبب إجهاد وتعب العضلة هو إنقباضها بصورة متتالية وسريعة ؛ وذلك **لأن الدم لا يستطيع نقل الأكسجين بالسرعة الكافية** ليوفر للعضلة إحتياجاتها من التنفس وإنتاج الطاقة.

2- ولهذا تلجأ العضلة إلى تحويل **مادة الجليكوجين** (نشا حيواني) إلى **جلوكوز**.

3- يتأكسد **الجلوكوز** بطريقة **التنفس اللاهوائي** (في غياب الأكسجين) **لإنتاج طاقة** تعطي العضلة فرصة أكبر للعمل ، وينتج عن هذه العملية تراكم **حمض اللاكتيك** الذي يسبب **تعب العضلة وإجهادها**.

4- كما أن **تناقص جزيئات ATP** (الناتج عن تنفس العضلة لاهوائياً) يؤدي إلى عدم إنفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين ، فتظل مرتبطة بها وتظل العضلة في حالة إنقباض مستمر وغير قادرة على الإنبساط ، مما يسبب حدوث **الشد العضلي**.

(2) **كيفية زوال إجهاد العضلة** (عن طريق الخلود للراحة)

1- عند الراحة ، تصل إلى العضلة كمية كافية من **الأكسجين**.

2- تقوم العضلة **بالتنفس الهوائي** وإنتاج كمية كبيرة من **جزيئات ATP** (وفي نفس الوقت يتوقف التنفس اللاهوائي ، ويتوقف ترسيب حمض اللاكتيك ، فيقل الإجهاد العضلي تدريجياً حتى ينعدم).

3- تعمل هذه الطاقة على **إنفصال الروابط المستعرضة** عن خيوط الأكتين مما يؤدي إلى **إنبساط العضلة**.

4- وبالتالي تعود العضلة إلى حالتها الطبيعية ، وتبدأ من جديد في تتابع من الإنقباضات والإنبساطات.

** ملاحظات

- قد يحدث **الشد العضلي** بسبب **وصول النبضات العصبية غير الصحيحة من المخ إلى العضلات** ، مما يتعارض مع الأداء الطبيعي لها.

- يمكن أن يتسبب **الشد العضلي الزائد عن الحد** في حدوث تمزق للعضلات وحدوث نزف دموي.

- ينتج عن **التنفس الهوائي** للعضلة **38** جزئ ATP ، بينما ينتج عن **التنفس اللاهوائي** للعضلة **2** جزئ ATP فقط.

س : قارن بين الإجهاد العضلي والشد العضلي ؟!

	الإجهاد العضلي	الشد العضلي
السبب	**تراكم حمض اللاكتيك** **نتيجة تنفس العضلة لاهوائياً بعد بذل مجهود عنيف في ظل غياب الأكسجين والإنقباض السريع والمتواصل للعضلة.**	**1- تناقص جزيئات ATP نتيجة تنفس العضلة لاهوائياً بعد بذل مجهود عنيف ، مما يؤدي إلى عدم إنفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين ، مما يجعل العضلة في إنقباض مستمر ، وتصبح غير قادرة على الإنبساط.** **2-** قد يحدث **الشد العضلي** بسبب **وصول النبضات العصبية غير الصحيحة من المخ إلى العضلات** ، مما يتعارض مع الأداء الطبيعي لها.
العلاج	**عن طريق الخلود للراحة** **حيث أنه عند الراحة ، تصل إلى العضلة كمية كافية من الأكسجين.** **وبالتالي يتوقف التنفس اللاهوائي ويتوقف أيضاً تراكم حمض اللاكتيك ، وتعود العضلة إلى حالتها الطبيعية مرة آخرى بعد حدوث التنفس الهوائي.**	**عن طريق الخلود للراحة** **حيث أنه عند الراحة ، تصل إلى العضلة كمية كافية من الأكسجين.** وبالتالي تقوم العضلة **بالتنفس الهوائي** وإنتاج كمية كبيرة من **جزيئات ATP.** تعمل هذه الطاقة على **إنفصال الروابط المستعرضة** عن خيوط الأكتين مما يؤدي إلى **إنبساط العضلة.**

دلالات رقمية داخل جسم الإنسان

(1) مجموع **فقرات العمود الفقري** = **33** فقرة (7 عنقية + 12 ظهرية + 5 قطنية + 5 عجزية + 4 عصعصية).

(2) مجموع **عظام العمود الفقري** = **26** عظمة (7 عنقية + 12 ظهرية + 5 قطنية + 1 عجزية " 5 فقرات ملتحمة " + 1 عصعصية " 4 فقرات ملتحمة ").

(3) مجموع **عظام الجزء المخي (الخلفي)** للجمجمة = **8** عظام.

(4) مجموع **عظام القفص الصدري** = **37** عظمة (24 ضلع + 1 عظمة القص + 12 فقرة ظهرية).

(5) مجموع **عظام الحزام الصدري** = **4** عظام (2 لوح كتف + 2 عظمة ترقوة).

(6) مجموع **عظام الطرف العلوي الواحد** = **30** عظمة (1 عضد + عظام الساعد " 1 كعبرة + 1 زند " + عظام اليد " 8 عظام برسغ اليد + 5 عظام براحة اليد + 14 سلاميات ").

(7) مجموع **عظام الطرف السفلي الواحد** = **30** عظمة (1 فخذ + 1 رضفة + عظام الساق " 1 شظية + 1 قصبة " + عظام القدم " 7 عظام برسغ القدم + 5 عظام بمشط القدم + 14 سلاميات ").

(8) مجموع **تجاويف الهيكل الطرفي** = **6** تجاويف (2 تجويف أروح + 2 تجويف حقي + 2 تجويف بالزند).

(9) مجموع **الأربطة في مفصل الركبة في طرف واحد** = **4** أربطة (رباط صليبي أمامي + رباط صليبي خلفي + رباط جانبي + رباط وسطي).

(10) مجموع **عظام جسم الإنسان** = **206** عظمة.

(11) مجموع **عضلات جسم الإنسان** = حوالي **620 عضلة أو أكثر**.

(12) مجموع **الليبيفات العضلية** التي توجد في **الليفة العضلية الواحدة** = ما بين **1000 : 2000** لييفة عضلية.

(13) مجموع **الألياف العضلية** التي يغذيها **ليف عصبي حركي واحد** = ما بين **5 : 100** ليفة عضلية.